

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-230472

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl.

H01L 43/08
G11C 11/14
G11C 11/15
H01F 10/08
H01F 10/32
H01L 27/105

(21)Application number : 2000-375583

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 11.12.2000

(72)Inventor : NAMIKATA RYOJI
MICHIJIMA MASASHI
HAYASHI HIDEKAZU

(30)Priority

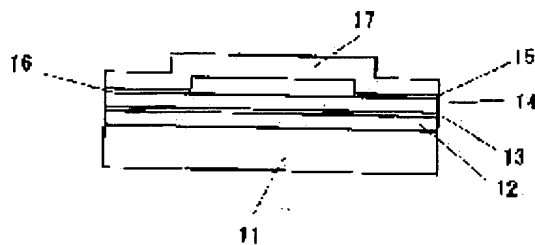
Priority number : 11351048 Priority date : 10.12.1999 Priority country : JP

(54) MAGNETIC TUNNEL JUNCTION ELEMENT AND MAGNETIC MEMORY USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a defect that in the conventional magnetic tunnel junction(MTJ) element, magnetic poles are generated on both ends since a ferromagnetic layer which will become a memory layer is laterally magnetized and an influence of a demagnetizing field caused by the magnetic poles on both ends becomes larger with the shrinkage of the element which is required for a high density of a magnetic memory, resulting in causing unstabilized magnetization of the memory layer.

SOLUTION: On the ferromagnetic layer 14 which will becomes the memory layer of the MTJ element 1, a closed magnetic path layer 17 is formed through metal layers 15, 16 and with a central part being separated from the ferromagnetic layer 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3625424

[Date of registration] 10.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The magnetic tunnel joint component which is a magnetic tunnel junction component which carried out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, and is characterized by having estranged the center section through the metal layer to a side which is [said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and] different, having prepared the 3rd magnetic layer, and constituting a closed magnetic circuit by the 1st and 3rd magnetic layers or the 2nd and 3rd magnetic layers at least.

[Claim 2] alienation with said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and 3rd magnetic layer -- the magnetic tunnel junction component according to claim 1 characterized by preparing at least one lead wire in the section.

[Claim 3] The field where said 3rd magnetic layer touches through said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and said metal layer is a magnetic tunnel junction component according to claim 1 or 2 characterized by forming the direct lay length of magnetization short from the parallel lay length of magnetization.

[Claim 4] Magnetic memory which carries out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, and is characterized by using the magnetic tunnel joint component which estranged the center section through the metal layer to a side which is [said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and] different, prepared the 3rd magnetic layer, and constituted the closed magnetic circuit by the 1st and 3rd magnetic layers or the 2nd and 3rd magnetic layers at least.

[Claim 5] alienation with said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and 3rd magnetic layer -- the magnetic memory according to claim 4 characterized by using the magnetic tunnel joint component which prepared at least one lead wire in the section.

[Claim 6] The field where said 3rd magnetic layer touches through said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and said metal layer is magnetic memory according to claim 4 or 5 characterized by using the magnetic tunnel junction component in which the direct lay length of magnetization was short formed from the parallel lay length of magnetization.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic memory which used a magnetic tunnel junction component and it.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, since a big output is obtained compared with a conventional anisotropy magneto-resistive effect (AMR) component and a conventional giant magneto-resistance (GMR) component, the magnetic tunnel junction (MTJ) component is considered in the application to the reproducing head for HDD, or magnetic memory.

[0003] It is useful that there is no danger that the contents of record will disappear even if the radiation whose count of a repeat which does not lose information even if a power source is severed is an infinity time carries out incidence, in magnetic memory especially although it is the solid-state memory which does not have the operation section as well as semiconductor memory etc. as compared with semiconductor memory.

[0004] The configuration of the conventional MTJ component is shown in drawing 5. In addition, such structure is shown for example, in the publication-number No. 106514 [nine to] official report.

[0005] The MTJ component 4 of drawing 5 carries out the laminating of the antiferromagnetism layer 41, the ferromagnetic layer 42, an insulating layer 43, and the ferromagnetic layer 44. Here, alloys, such as FeMn, NiMn, MnPt, and MnIr, are used as an antiferromagnetism layer 41, and Fe, Co, nickel, or these alloys are used as the ferromagnetic layer 42 and a ferromagnetic layer 44. Moreover, although various kinds of oxides and nitrides are examined as an insulating layer 43, it is known that the highest magnetic-reluctance (MR) ratio will be obtained in the case of 2Oaluminum3 film.

[0006] Moreover, in addition to this, the proposal using the coercive force difference of the ferromagnetic layer 42 and the ferromagnetic layer 44 of a MTJ component is also made with the configuration except the antiferromagnetism layer 41.

[0007] The principle of operation in the case of using the MTJ component 4 of the structure of drawing 5 for magnetic memory is shown in drawing 6.

[0008] Each magnetization of the ferromagnetic layer 42 and the ferromagnetic layer 44 is in a film surface, and it has effectual uniaxial magnetic anisotropy so that it may become parallel or anti-parallel. And it is substantially fixed to an one direction by switched connection with the antiferromagnetism layer 41, and magnetization of the ferromagnetic layer 42 holds record in the direction of magnetization of the ferromagnetic layer 44.

[0009] It writes in by changing the sense of magnetization of the ferromagnetic layer 44 using the field which the current line which magnetization of the ferromagnetic layer 44 used as this memory layer detected that resistance of the MTJ component 4 differed by parallel or anti-parallel, read, and has arranged near the MTJ component 4 generates.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, with the MTJ component 4 of the above-

mentioned structure, since magnetization of the ferromagnetic layer 42 and the ferromagnetic layer 44 is field inboard, a magnetic pole is generated in both ends. Although it is necessary to make the MTJ component 4 detailed to attain densification of magnetic memory, the effect of an anti-field by the magnetic pole of both ends becomes large with detailed-izing of a component.

[0011] Since switched connection is carried out to the antiferromagnetism layer 41 about the ferromagnetic layer 42, there is little above-mentioned effect of an anti-field, and it can make zero substantially the magnetic pole generated at the edge by constituting the ferromagnetic layer 42 from two ferromagnetic layers which carry out antiferromagnetism association as indicated by the U.S. Pat. No. 5841692 number official report.

[0012] However, since the technique same about the ferromagnetic layer 44 used as a memory layer cannot be taken, a pattern will take for making it detailed, it will become unstable under the effect of an edge magnetic pole magnetizing it, and maintenance of record will be difficult.

[0013] Then, in order to solve the above-mentioned technical problem, even if a pattern makes this invention detailed, it aims at offering the magnetic tunnel junction component to which the magnetization condition recorded on the memory layer can exist in stability, and the magnetic memory using it.

[0014]

[Means for Solving the Problem] This invention is made in order to attain the above-mentioned purpose. The magnetic tunnel joint component of this invention It is the magnetic tunnel junction component which carried out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least. At least, to a side which is [said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and] different, a center section is estranged through a metal layer, the 3rd magnetic layer is prepared, and it is characterized by constituting a closed magnetic circuit by the 1st and 3rd magnetic layers or the 2nd and 3rd magnetic layers.

[0015] furthermore, alienation with said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and 3rd magnetic layer -- it is characterized by preparing at least one lead wire in the section.

[0016] Furthermore, the field where said 3rd magnetic layer touches through said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and said metal layer Moreover it is characterized by forming the direct lay length of magnetization short from the parallel lay length of magnetization, this invention magnetic memory Carry out the laminating of the 1st magnetic layer, an insulating layer, and the 2nd magnetic layer to order at least, and at least to a side which is [said insulating regular placing being / of said 1st or 2nd magnetic layer / a layer, and] different A center section is estranged through a metal layer, the 3rd magnetic layer is prepared, and it is characterized by using the magnetic tunnel joint component which constituted the closed magnetic circuit by the 1st and 3rd magnetic layers or the 2nd and 3rd magnetic layers.

[0017] furthermore, alienation with said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and 3rd magnetic layer -- it is characterized by using the magnetic tunnel joint component which prepared at least one lead wire in the section.

[0018] Furthermore, the field where said 3rd magnetic layer touches through said the 1st or 2nd a little more than magnetic layer, and said metal layer is characterized by using the magnetic tunnel junction component in which the direct lay length of magnetization was formed short from the parallel lay length of magnetization.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail based on drawing.

[0020] The example of a configuration of the MTJ component of this invention is shown in drawing 1 . As shown in drawing 1 , the MTJ component 1 by this invention consists of the antiferromagnetism layer 11, the ferromagnetic layer 12, an insulating layer 13, the ferromagnetic layer 14, metal layers 15 and 16, and a closed magnetic circuit layer 17. And switched connection of the antiferromagnetism layer 11 and the ferromagnetic layer 12 is carried out. Moreover, it joined through the metal layers 15 and 16 at both ends, and the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 are estranged in the center section. In addition, a magnetic layer 12 or 14 is equivalent to the 1st or 2nd magnetic layer, and

the closed magnetic circuit layer 17 is equivalent to the 3rd magnetic layer here.

[0021] Alloys, such as FeMn, NiMn, MnPt, and MnIr, can be used as an ingredient of the antiferromagnetism layer 11, and Fe, Co, nickel, or these alloys can be used as an ingredient of the ferromagnetic layers 12 and 14 and the closed magnetic circuit layer 17. Moreover, although the point of MR ratio to 2Oaluminum3 film is desirable as an insulating layer 13, it does not matter whether it is also insulator layers, such as other oxide films and a nitride, or is insulator layers, such as Si film, diamond film, and diamond-like carbon (DLC) film.

[0022] As an ingredient of the metal layer 15, metals or these alloys, such as Ru, Cr, and Cu, can be used. The thickness of the metal layer 15 is set as the thickness in which the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 carry out antiferromagnetism association. Since magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 constitutes a closed loop (closed magnetic circuit) at this time, it is avoidable that a magnetic pole is generated at the edge.

[0023] As for the thickness of the ferromagnetic layers 12 and 14 and the closed magnetic circuit layer 17, it is desirable that it is [10A or more] 1000A or less. Since it will superparamagnetism-ize under the effect of heat energy if thickness is too thin, as for magnetic layer thickness, it is desirable that it is 10A or more, and since it becomes impossible to, avoid the effect of an edge magnetic pole with the closed magnetic circuit structure of this invention on the other hand when thickness is too thick, it is desirable [magnetic layer thickness] that it is 1000A or less. Moreover, what is necessary is it to be also possible for to constitute each magnetic layer from multilayers, and just to set total thickness as 10A or more 1000A or less in this case.

[0024] Moreover, as for the thickness of said insulating layer 13, it is desirable that it is [3A or more] 30A or less. When the thickness of an insulating layer 13 is 3A or less, the ferromagnetic layer 12 and the ferromagnetic layer 14 may short-circuit electrically, and this is because an electronic tunnel cannot occur easily and a magnetic-reluctance ratio becomes small, when the thickness of an insulating layer 13 is 30A or more.

[0025] Moreover, although it dissociates separately and the metal layers 15 and 16 are formed in drawing 1, even if it forms in the continuous single metal layer, it is clear that the purpose of this invention can be attained.

[0026] Next, the perspective view of the MTJ component of drawing 1 is shown in drawing 2. Here, the ferromagnetic layer 14, the metal layers 15 and 16, and the closed magnetic circuit layer 17 are shown.

[0027] In drawing 2 (a), magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 constitutes the closed loop (closed magnetic circuit). At this time, magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 serves as anti-parallel in the part (slash section in drawing) joined through the metal layers 15 and 16 at both ends. Since the ferromagnetic layer 14 consists of simple rectangle-like configurations, magnetization of the both ends of the ferromagnetic layer 14 has the inclination to turn to the same direction as a center section. On the other hand, since the closed magnetic circuit layer 17 has the flection, magnetization of both ends is influenced of the configuration, and it not necessarily turns to [stop / *****] the same direction as a center section. Therefore, in order to certainly constitute a closed loop (closed magnetic circuit), it is desirable to constitute the configuration of both ends so that magnetization of both ends may turn to the same direction as a center section in the closed magnetic circuit layer 17.

[0028] For that purpose, it is good to constitute, for example in drawing 2 (a), so that the die length (inside a of drawing) within the space of both ends may become longer than space depth lay length (inside b of drawing). That is, it will be good for the direct direction die length of magnetization to consist of short parts joined through the metal layers 15 and 16 in the both-ends field which constitutes the closed magnetic circuit from the parallel lay length of magnetization. At this time, shape anisotropy can constitute magnetization of the both ends of the closed magnetic circuit layer 17 so that the same direction as a center section may be turned to.

[0029] Moreover, since especially the configuration of the ferromagnetic layer 17 of having a flection influences, the case that the formation field of the ferromagnetic layer 17 is smaller than the formation field of a ferromagnetic 14 is sufficient as shape anisotropy, and although the formation field of the

ferromagnetic layer 14 and the ferromagnetic layer 17 was shown in the same magnitude, as shown in drawing 2 (b), it should just be filling a>b with drawing 2 (a).

[0030] Next, the schematic diagram at the time of using the MTJ component 1 of this example for the magnetic memory 2 in which random access is possible is shown in drawing 3 R> 3.

[0031] The transistor 21 has the role which reads and sometimes chooses the MTJ component 1. "0" or "1" information is recorded by the magnetization direction of the ferromagnetic layer 14 of the MTJ component 1 shown in drawing 1, and the magnetization direction of the ferromagnetic layer 12 is being fixed. And when magnetization of the ferromagnetic layer 12 and the ferromagnetic layer 14 is parallel, resistance is low, and when it is anti-parallel, information is read using the magneto-resistive effect that resistance becomes high. On the other hand, writing is realized by reversing the sense of magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 by the synthetic field which a bit line 22 and a word line 23 form.

[0032] The example of arrangement of a bit line 22 and a word line 23 is shown in drawing 4. In addition, 24 is a plate line. it is shown in drawing 4 -- as -- the center of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 -- alienation -- by making circles penetrate a bit line 22 and a word line 23, the current value taken to reverse the sense of magnetization of the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 becomes small, and the power consumption of magnetic memory can be reduced.

[0033] In addition, it is also possible for it not to be restricted to drawing 4 and to form a bit line and a word line on the same flat surface as arrangement of a bit line and a word line. Or it is also possible to prepare both or one of wiring near the exterior of a MTJ component, and a process becomes easy by doing in this way again.

[0034] Moreover, although the bit line 22 and the word line 23 are both electrically insulated from the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 in drawing 4, it is also possible to consider as the electrode for connecting either with the ferromagnetic layer 14 and the closed magnetic circuit layer 17 electrically, and detecting resistance change.

[0035] Although magnetization of the ferromagnetic layer 12 is being fixed in **** by switched connection with the antiferromagnetism layer 11, it is also possible to take the means of others of using the ferromagnetic large ingredient of holding power.

[0036] Moreover, the effect of the magnetic pole produced at the edge of the ferromagnetic layer 12 is mitigable by constituting the ferromagnetic layer 12 from two ferromagnetic layers which carry out antiferromagnetism association through a metal layer. Moreover, even if it constitutes the ferromagnetic layer 12 from a ferrimagnetism ingredient like the rare earth-transition-metals alloy film of a presentation near the compensation point for example, the effect of the magnetic pole of an edge can be reduced similarly.

[0037] Moreover, carrying out the laminating of each class to a reverse order can also be described above. Furthermore, although closed magnetic circuit structure was formed only in one ferromagnetism above, it is also possible to form closed magnetic circuit structure in both ferromagnetic layers again.

[0038] Moreover, although **** showed only the MTJ component part, it is clear that an electrode, a substrate, a protective layer, an adhesion layer, etc. for current supply sources are needed in actual component formation.

[0039]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since the MTJ component of this invention can reduce the effect of an edge magnetic pole, it can hold the magnetization condition stabilized even if the pattern was made detailed. Therefore, the magnetic memory of a higher degree of integration is realizable. Moreover, since the ferromagnetic layer used as a memory layer takes closed magnetic circuit structure, it serves as stability to an external leakage field. Furthermore, the MTJ component of this invention can reduce the power consumption of magnetic memory again.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the MTJ component of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing the configuration of the MTJ component of this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of the magnetic memory using the MTJ component of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing arrangement of the word line and bit line of the magnetic memory using the MTJ component of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the configuration of the conventional MTJ component.

[Drawing 6] It is drawing showing the principle of operation of the conventional MTJ component used for magnetic memory.

[Description of Notations]

1 Three MTJ component

2 Magnetic Memory

11 31 Antiferromagnetism layer

12, 14, 32, 34 Ferromagnetic layer

13 33 Insulating layer

15 16 Metal layer

17 Closed Magnetic Circuit Layer

21 Transistor

22 Bit Line

23 Word Line

24 Plate Line

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-230472

(P2001-230472A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 43/08		H 0 1 L 43/08	Z
G 1 1 C 11/14		G 1 1 C 11/14	A
	11/15	11/15	
H 0 1 F 10/08		H 0 1 F 10/08	
	10/32	10/32	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-375583 (P2000-375583)

(22) 出願日 平成12年12月11日 (2000. 12. 11)

(31) 優先権主張番号 特願平11-351048

(32) 優先日 平成11年12月10日 (1999. 12. 10)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 南方 量二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 林 秀和

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100102277

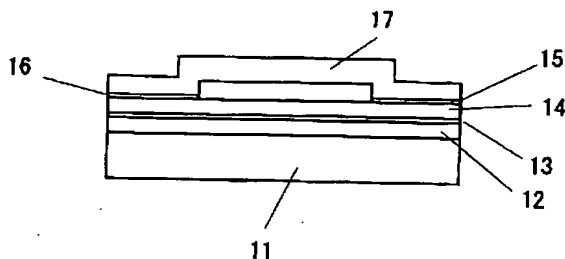
弁理士 佐々木 晴康 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリ

(57) 【要約】

【課題】 従来の磁気トンネル接合 (MTJ) 素子ではメモリ層となる強磁性層の磁化が面内方向であるため、両端部には磁極が発生し、さらに、磁気メモリの高密度化を図るにはMTJ素子を微細化する必要があるが、素子の微細化にともない両端部の磁極による反磁界の影響が大きくなり、メモリ層の磁化が不安定になる。

【解決手段】 MTJ素子1のメモリ層となる強磁性層14の上に、金属層15、16を介するとともに中央部を離間して閉磁路層17を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層した磁気トンネル接合素子であって、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に、金属層を介するとともに中央部を離間して第3磁性層を設け、第1及び第3磁性層又は第2及び第3磁性層により閉磁路を構成したことを特徴とする磁気トンネル結合素子。

【請求項2】 前記第1又は第2強磁性層と第3磁性層との離間部に、少なくとも1つのリード線を設けたことを特徴とする請求項1記載の磁気トンネル接合素子。

【請求項3】 前記第3磁性層が前記第1又は第2強磁性層と前記金属層を介して接する領域は、磁化の平行方向の長さより磁化の直行方向の長さが短く形成されたことを特徴とする請求項1又は2記載の磁気トンネル接合素子。

【請求項4】 少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層し、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に、金属層を介するとともに中央部を離間して第3磁性層を設け、第1及び第3磁性層又は第2及び第3磁性層により閉磁路を構成した磁気トンネル結合素子を用いたことを特徴とする磁気メモリ。

【請求項5】 前記第1又は第2強磁性層と第3磁性層との離間部に、少なくとも1つのリード線を設けた磁気トンネル結合素子を用いたことを特徴とする請求項4記載の磁気メモリ。

【請求項6】 前記第3磁性層が前記第1又は第2強磁性層と前記金属層を介して接する領域は、磁化の平行方向の長さより磁化の直行方向の長さが短く形成された磁気トンネル接合素子を用いたことを特徴とする請求項4又は5記載の磁気メモリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気トンネル接合(MTJ)素子は、従来の異方性磁気抵抗効果(AMR)素子や巨大磁気抵抗効果(GMR)素子に比べて大きな出力が得られることから、HDD用再生ヘッドや磁気メモリへの応用が考えられている。

【0003】特に、磁気メモリにおいては、半導体メモリと同じく稼働部の無い固体メモリであるが、電源が断たれても情報を失わない、繰り返し回数が無限回である、放射線が入射しても記録内容が消失する危険性が無い等、半導体メモリと比較して有用である。

【0004】従来のMTJ素子の構成を図5に示す。なお、このような構造はたとえば特開平9-106514号公報に示されている。

【0005】図5のMTJ素子4は、反強磁性層41、強磁性層42、絶縁層43、強磁性層44を積層したものである。ここで、反強磁性層41としてはFeMn、NiMn、MnPt、MnIr等の合金が用いられ、強磁性層42及び強磁性層44としてはFe、Co、Ni或はこれらの合金が用いられる。また、絶縁層43としては各種の酸化物や窒化物が検討されているが、Al₂O₃膜の場合に最も高い磁気抵抗(MR)比が得られることが知られている。

【0006】また、この他に、反強磁性層41を除いた構成で、強磁性層42と強磁性層44の保磁力差を利用したMTJ素子の提案もなされている。

【0007】図5の構造のMTJ素子4を磁気メモリに使用する場合の動作原理を図6に示す。

【0008】強磁性層42及び強磁性層44の磁化はいずれも膜面内にあり、平行もしくは反平行となるように実効的な一軸磁気異方性を有している。そして、強磁性層42の磁化は反強磁性層41との交換結合により実質的に一方向に固定され、強磁性層44の磁化の方向で記録を保持する。

【0009】このメモリ層となる強磁性層44の磁化が平行もしくは反平行でMTJ素子4の抵抗が異なることを検出して読み出しを行い、MTJ素子4の近傍に配置した電流線が発生する磁界を利用して強磁性層44の磁化の向きを変えることで書き込みを行う。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記構造のMTJ素子4では強磁性層42及び強磁性層44の磁化が面内方向であるため、両端部には磁極が発生する。磁気メモリの高密度化を図るにはMTJ素子4を微細化する必要があるが、素子の微細化にともない両端部の磁極による反磁界の影響が大きくなる。

【0011】強磁性層42については反強磁性層41と交換結合していることから、上記の反磁界の影響は少なく、また、米国特許5841692号公報に開示されているように、強磁性層42を反強磁性結合する二つの強磁性層で構成することにより、端部に発生する磁極を実質的にゼロにすることができる。

【0012】しかしながら、メモリ層となる強磁性層44については同様の手法を取ることができないことから、パターンが微細化するに連れて端部磁極の影響により磁化が不安定となり、記録の保持が困難となってしまう。

【0013】そこで、本発明は上記課題を解決するために、パターンが微細化してもメモリ層に記録された磁化状態が安定に存在することのできる磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成

するためになされたものであって、本発明の磁気トンネル結合素子は、少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層した磁気トンネル接合素子であって、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に、金属層を介するとともに中央部を離間して第3磁性層を設け、第1及び第3磁性層又は第2及び第3磁性層により閉磁路を構成したことを特徴とするものである。

【0015】さらに、前記第1又は第2強磁性層と第3磁性層との離間部に、少なくとも1つのリード線を設けたことを特徴とするものである。

【0016】さらに、前記第3磁性層が前記第1又は第2強磁性層と前記金属層を介して接する領域は、磁化の平行方向の長さより磁化の直行方向の長さが短く形成されたことを特徴とするものである。また、本発明の磁気メモリは、少なくとも第1磁性層、絶縁層、第2磁性層を順に積層し、少なくとも前記第1又は第2磁性層の前記絶縁層積層側と異なる側に、金属層を介するとともに中央部を離間して第3磁性層を設け、第1及び第3磁性層又は第2及び第3磁性層により閉磁路を構成した磁気トンネル結合素子を用いたことを特徴とするものである。

【0017】さらに、前記第1又は第2強磁性層と第3磁性層との離間部に、少なくとも1つのリード線を設けた磁気トンネル結合素子を用いたことを特徴とするものである。

【0018】さらに、前記第3磁性層が前記第1又は第2強磁性層と前記金属層を介して接する領域は、磁化の平行方向の長さより磁化の直行方向の長さが短く形成された磁気トンネル接合素子を用いたことを特徴とするものである。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図をもとに本発明について詳細に説明する。

【0020】本発明のMTJ素子の構成例を図1に示す。図1に示すように、本発明によるMTJ素子1は、反強磁性層11、強磁性層12、絶縁層13、強磁性層14、金属層15、16及び閉磁路層17からなる。そして、反強磁性層11と強磁性層12は交換結合している。また、強磁性層14と閉磁路層17は両端部で金属層15、16を介して接合し、中央部では離間している。なお、ここで、磁性層12又は14は第1又は第2磁性層に相当し、閉磁路層17は第3磁性層に相当する。

【0021】反強磁性層11の材料としてはFeMn、NiMn、MnPt、MnIr等の合金を用いることができ、強磁性層12、14及び閉磁路層17の材料としてはFe、Co、Ni或はこれらの合金を用いることができる。また、絶縁層13としてはMR比の点からAl₂O₃膜が好ましいが、その他の酸化膜、窒化膜等の絶縁膜であっても、またSi膜、ダイヤモンド膜、ダイヤ

モンドライクカーボン(DLC)膜等の絶縁膜であっても構わない。

【0022】金属層15の材料としてはRu、Cr、Cu等の金属或いはこれらの合金を用いることができる。金属層15の膜厚は強磁性層14と閉磁路層17が反強磁性結合する膜厚に設定する。この時、強磁性層14と閉磁路層17の磁化は閉ループ(閉磁路)を構成することから、端部に磁極が発生するのを回避することができる。

10 【0023】強磁性層12、14及び閉磁路層17の膜厚は、10Å以上1000Å以下であることが好ましい。膜厚が薄すぎると熱エネルギーの影響で超常磁性化してしまうので、磁性層膜厚は10Å以上であることが好ましく、一方、膜厚が厚すぎると本発明の閉磁路構造では端部磁極の影響を回避できなくなるため、磁性層膜厚は1000Å以下であることが好ましい。また、各磁性層を多層膜で構成することも可能であり、この場合は合計の膜厚を10Å以上1000Å以下に設定すれば良い。

20 【0024】また、前記絶縁層13の層厚は3Å以上30Å以下であることが好ましい。これは、絶縁層13の膜厚が3Å以下である場合、強磁性層12と強磁性層14が電氣的にショートする可能性があり、絶縁層13の膜厚が30Å以上である場合、電子のトンネルが起きにくく、磁気抵抗比が小さくなってしまいうからである。

【0025】また、図1において金属層15、16は別個に分離されて設けられているが、連続した単一の金属層で形成しても本発明の目的を達成できることは明らかである。

30 【0026】次に、図1のMTJ素子の斜視図を図2に示す。ここでは強磁性層14、金属層15、16及び閉磁路層17を示している。

40 【0027】図2(a)において、強磁性層14と閉磁路層17の磁化は閉ループ(閉磁路)を構成している。この時、両端部で金属層15、16を介して接合している部分(図中斜線部)では、強磁性層14と閉磁路層17の磁化は反平行となっている。強磁性層14は矩形状の単純な形状で構成されていることから、強磁性層14の両端部の磁化は中央部と同じ方向を向く傾向がある。一方、閉磁路層17は屈曲部を有していることから、両端部の磁化はその形状の影響を受け、必ずしも中央部と同じ方向を向くとは限らなくなる。従って、閉ループ(閉磁路)を確実に構成するためには、閉磁路層17において両端部の磁化が中央部と同じ方向を向くように、両端部の形状を構成することが望ましい。

50 【0028】そのためには、例えば図2(a)において、両端部の紙面内での長さ(図中a)が、紙面奥行き方向の長さ(図中b)よりも長くなるように構成すると良い。すなわち、閉磁路を構成している両端領域で金属層15、16を介して接合している部分では、磁化の平

行方向の長さより磁化の直行方向長さの方が短く構成すると良いことになる。この時、形状異方性によって閉磁路層17の両端部の磁化は中央部と同じ方向を向くように構成することができる。

【0029】また、図2(a)では、強磁性層14と強磁性層17の形成領域は同じ大きさに示したが、形状異方性は屈曲部を有する強磁性層17の形状が特に影響するため、強磁性層17の形成領域が強磁性体14の形成領域より小さい場合でも良く、図2(b)に示すように $a > b$ を満たしていれば良い。

【0030】次に、本実施例のMTJ素子1をランダムアクセス可能な磁気メモリ2に用いた場合の概略図を図3に示す。

【0031】トランジスタ21は読み出し時にMTJ素子1を選択する役割を有している。“0”、“1”の情報は図1に示すMTJ素子1の強磁性層14の磁化方向によって記録されており、強磁性層12の磁化方向は固定されている。そして、強磁性層12と強磁性層14の磁化が平行の時は抵抗値が低く、反平行の時は抵抗値が高くなるという磁気抵抗効果を利用して情報を読み出す。一方、書込みは、ビット線22とワード線23が形成する合成磁界によって強磁性層14及び閉磁路層17の磁化の向きを反転することで実現される。

【0032】図4にビット線22とワード線23の配置の例を示す。なお、24はプレートラインである。図4に示すように、強磁性層14と閉磁路層17の中央離間部内にビット線22とワード線23を貫通させることにより、強磁性層14及び閉磁路層17の磁化の向きを反転するのに要する電流値が小さくなり、磁気メモリの消費電力を低減することができる。

【0033】なお、ビット線及びワード線の配置としては、図4に制限されることはなく、ビット線とワード線を同一平面上に設けることも可能である。或いはまた、両方もしくはどちらか一方の配線をMTJ素子の外部近傍に設けることも可能であり、このようにすることにより、プロセスが簡単になる。

【0034】また、図4においてはビット線22とワード線23はともに強磁性層14及び閉磁路層17から電気的に絶縁されているが、どちらか一方を強磁性層14及び閉磁路層17と電気的に接続し、抵抗変化を検出するための電極とすることも可能である。

【0035】上述では、強磁性層12の磁化は反強磁性層11との交換結合により固定されているが、保持力の大きい強磁性材料を使用する等のその他の手段をとることも可能である。

【0036】また、金属層を介して反強磁性結合する二

つの強磁性層で強磁性層12を構成することにより、強磁性層12の端部に生じる磁極の影響を軽減できる。また、強磁性層12を例えば補償点近傍組成の希土類-遷移金属合金膜のようなフェリ磁性材料で構成しても同様に端部の磁極の影響を低減できる。

【0037】また、上記とは逆の順序に各層を積層することも可能である。更にまた、上記では一方の強磁性のみに閉磁路構造を形成したが、両方の強磁性層に閉磁路構造を形成することも可能である。

10 【0038】また、上述では、MTJ素子部分のみを示したが、実際の素子形成においては電流供給用の電極、基板、保護層及び密着層等が必要となることは明らかである。

【0039】

【発明の効果】以上のように、本発明のMTJ素子は端部磁極の影響を低減できることから、パターンが微細化されても安定した磁化状態を保持することができる。従って、より高い集積度の磁気メモリを実現することができる。また、メモリ層となる強磁性層が閉磁路構造を取ることから、外部漏洩磁界に対して安定となる。更にまた、本発明のMTJ素子は磁気メモリの消費電力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のMTJ素子の構成を示す図である。

【図2】本発明のMTJ素子の構成を示す斜視図である。

【図3】本発明のMTJ素子を用いた磁気メモリの構成を示す図である。

30 【図4】本発明のMTJ素子を用いた磁気メモリのワード線とビット線の配置を示す図である。

【図5】従来のMTJ素子の構成を示す図である。

【図6】磁気メモリに用いられる従来のMTJ素子の動作原理を示す図である。

【符号の説明】

1、3 MTJ素子

2 磁気メモリ

11、31 反強磁性層

12、14、32、34 強磁性層

13、33 絶縁層

40 15、16 金属層

17 閉磁路層

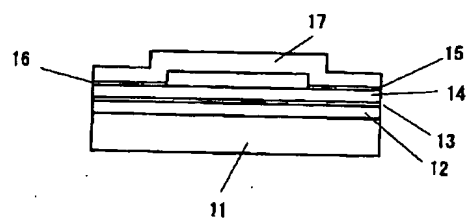
21 トランジスタ

22 ビット線

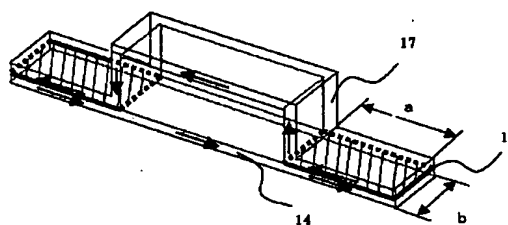
23 ワード線

24 プレートライン

【図1】

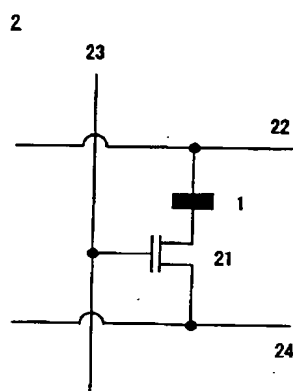


【図2】

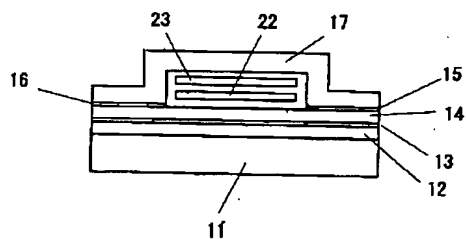


(a)

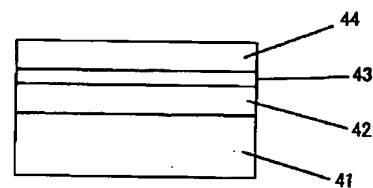
【図3】



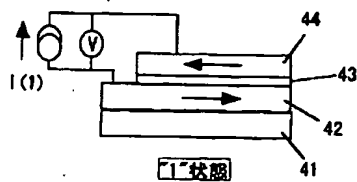
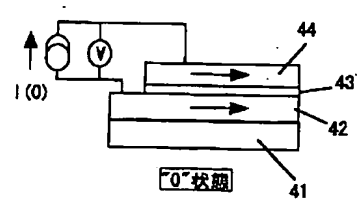
【図4】



【図5】



【図6】



(6)

特開2001-230472

フロントページの続き

(51)Int.Cl.
H01L 27/105

識別記号

F I
H01L 27/10

テマコード (参考)

447